



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 765 014 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
26.03.1997 Bulletin 1997/13

(51) Int Cl. 6: H01S 3/085, H01S 3/19

(21) Numéro de dépôt: 96401992.1

(22) Date de dépôt: 19.09.1996

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(72) Inventeur: Oudar, Jean-Louis
92290 Chatenay-Malabry (FR)

(30) Priorité: 22.09.1995 FR 9511158

(74) Mandataire: Le Forestier, Eric
Cabinet Reginbeau,
26, avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(71) Demandeur: FRANCE TELECOM
75015 Paris (FR)

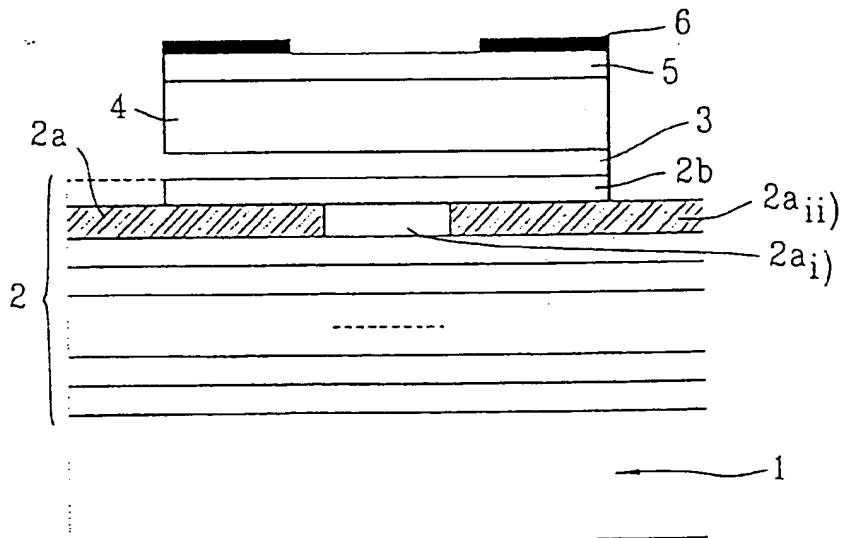
(54) Composant d'émission laser à cavité verticale à émission par la surface à une longueur d'onde comprise entre 1,3 et 1,5 micromètre et procédé pour sa réalisation

(57) Composant d'émission laser à cavité verticale émettant par la surface à une longueur d'onde comprise entre 1,3 et 1,55 µm, comportant un empilement présentant deux miroirs (2, 6) qui réfléchissent à la longueur d'onde d'émission et une ou plusieurs couches (4) qui sont interposée(s) entre ces deux miroirs (2, 6) et qui constituent un milieu amplificateur du rayonnement émis, caractérisé en ce qu'au moins un (2) de ces miroirs présente au voisinage du milieu amplificateur (4)

une couche (2a) d' $Al_xGa_{1-x}As$, avec x compris entre 0,8 et 1, oxydée sélectivement ($2a_{ii}$) et ($2a_{i}$) autour d'une zone centrale active du milieu amplificateur (4).

Dans le procédé de réalisation, on fait croître par épitaxie deux échantillons l'un sur un substrat d'InP, l'autre sur un substrat de GaAs et on assemble les deux échantillons ainsi obtenus par collage épitaxial d'une couche de GaAs du deuxième échantillon sur une couche d'InP du premier, l'échantillon ainsi obtenu étant ensuite gravé puis oxydé par hydrolyse.

FIG. 1



BEST AVAILABLE COPY

EP 0 765 014 A1

Description

La présente invention est relative à un composant d'émission laser à cavité verticale émettant par la surface à une longueur d'onde comprise entre 1,3 et 1,55 μm .

Elle propose également un procédé pour la réalisation de ce composant.

Le composant selon l'invention trouve notamment avantageusement application dans le domaine des télécommunications par fibres optiques ou encore pour la réalisation d'interconnexions optiques à hautes performances permettant le transfert d'informations entre différents éléments de systèmes informatiques.

Classiquement, un composant d'émission laser à cavité verticale est constitué par l'empilement d'un miroir inférieur, d'une cavité comportant la ou les couches actives constituant un milieu amplificateur pour le rayonnement laser, et d'un miroir supérieur.

Les miroirs inférieur et supérieur sont généralement constitués d'un empilement de couches dites quart d'onde, soit en des matériaux semi-conducteurs dopés, soit en des matériaux diélectriques isolants. Ces empilements de couches quart d'onde réalisent des réflecteurs de Bragg centrés sur la longueur d'onde d'utilisation du composant.

La cavité comporte, éventuellement sous la forme de puits quantiques, une ou plusieurs couches de matériaux semi-conducteurs dont la longueur d'onde de bord d'absorption (correspondant à l'énergie de bande interdite) est voisine de celle du rayonnement laser.

La plupart des lasers à cavité verticale réalisés jusqu'à présent et fonctionnant en régime continu à température ambiante ont été réalisés avec un milieu actif en AlGaAs ou en InGaAs épitaxié sur GaAs, et émettent à des longueurs d'onde inférieures à 1 μm .

Des lasers à cavité verticale émettant par la surface à des longueurs d'onde comprises entre 1,3-1,55 μm ont déjà été proposés. Leurs couches actives sont des couches en alliage InGaAsP ou InGaAsAl épitaxiées sur un substrat d'InP.

Toutefois, à ce jour, aucune des structures qui ont été proposées avec ce type de couches actives ne fonctionnent de façon satisfaisante en continu à température ambiante.

Notamment, il a été décrit dans :

[1] T. Baba et al., Electron. Lett. 29, 913 (1993), un composant à cavité verticale dont les miroirs sont des miroirs diélectriques complètement isolants. La structure décrite dans cet article présente l'inconvénient d'une assez forte dissipation d'énergie due au passage du courant d'injection dans des couches semi-conductrices très minces et d'une forte élévation de température due à la mauvaise conductivité thermique des miroirs diélectriques. De ce fait, un fonctionnement en continu n'a pu être obtenu que jusqu'à une température de 14°C.

Il a également été proposé, notamment dans :

[2] K. Streubel et al., Mater. Science and Engineer. B28, 289 (1994)

d'utiliser des miroirs en InGaAsP/InP. Du fait de la trop faible différence d'indice de réfraction entre les deux couches constituant le réflecteur de Bragg, la réflectivité de ces miroirs n'est pas suffisante pour obtenir l'effet laser en continu.

Plus récemment, il a été proposé d'utiliser un, voire deux réflecteurs de Bragg en AlAs/GaAs liés au milieu actif par collage épitaxial. On pourra à cet égard avantageusement se référer aux publications :

[3] J. J. Dudley et al., Appl. Phys. Lett., 64, 1463 (1994) ;

[4] D. I. Babic et al., Appl. Phys. Lett., 66, 1030 (1995).

Cette approche a permis d'obtenir l'effet laser à 1,55 μm en régime pulsé avec des courants de seuils intéressants, mais encore trop élevés pour obtenir le fonctionnement en régime continu.

On considère également généralement que cette technique n'est pas susceptible de déboucher sur des composants satisfaisants. Il est en effet communément admis par l'Homme du Métier que la réalisation de jonctions GaAs/InP par collage épitaxial s'accompagne d'une barrière de potentiel importante entre les deux matériaux, qui doit s'opposer au passage du courant et entraîner un échauffement de la structure, réduisant ainsi les chances d'obtenir le fonctionnement laser recherché.

Le but principal de l'invention est donc de proposer un composant laser à cavité verticale émettant par la surface pouvant fonctionner en continu à température ambiante à des longueurs d'onde comprises entre 1,3 et 1,5 μm .

On connaît déjà par les publications :

[5] D. L. Huffaker et al., Appl. Phys. Lett., 65, 97 (1994) ;

[6] K. D. Choquette et al. Electron. Lett., 30, 2043 (1994), des lasers à cavité verticale émettant par la surface à des longueurs d'onde de 0,98 μm , qui présentent un confinement latéral réalisé par oxidation sélective de la partie externe d'une couche AlAs gravée en plots (mesas).

A ce jour, cette technique n'a pas jamais été utilisée pour réaliser des lasers fonctionnant entre 1,3 et 1,5 μm étant donnée notamment qu'une couche d'AlAs de bonne qualité ne peut pas être facilement fabriqué pardessus la couche active des lasers de cette gamme en rai-

son de la différence de paramètre de maille cristalline qui crée des réseaux de dislocations provoquant des pertes et un échauffement de la structure qui s'oppose à l'obtention de l'effet laser.

L'invention propose quant à elle un composant d'émission laser à cavité verticale émettant par la surface à une longueur d'onde comprise entre 1,3 et 1,55 μm , comportant un empilement présentant deux miroirs qui réfléchissent à la longueur d'onde d'émission et une ou plusieurs couches qui sont interposées entre ces deux miroirs et qui constituent un milieu amplificateur du rayonnement émis, caractérisé en ce qu'au moins un de ces miroirs présente au voisinage du milieu amplificateur une couche d' $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, avec x compris entre 0,8 et 1, oxydée sélectivement autour d'une zone centrale active du milieu amplificateur.

Un tel composant présente un confinement latéral du courant électrique, dû au caractère isolant de la couche d'oxyde, combiné à un confinement latéral du mode optique de la cavité verticale, dû à son indice de réfraction, celui-ci étant nettement inférieur à celui de la zone centrale non oxydée.

De ce fait, en fonctionnement, la zone active subit un faible échauffement, ce qui permet un fonctionnement en régime continu à température ambiante.

L'invention propose également un procédé pour la réalisation d'un tel composant, caractérisé par les différentes étapes suivantes :

- épitaxies d'une part sur un substrat d'InP d'un empilement comportant les couches successives suivantes:
 - . une couche d'InP de type n,
 - . une ou plusieurs couches qui constituent le milieu amplificateur du rayonnement émis,
 - . une couche d'InP de type p,
 - . une couche terminale d'InGaAsP,
 et d'autre part sur un substrat de GaAs d'un empilement comportant au moins une couche d' $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, avec x compris entre 0,8 et 1 et une couche terminale de GaAs,
- assemblage des deux échantillons ainsi obtenus par un traitement thermique réalisant le collage épitaxial de la couche de GaAs du deuxième échantillon sur une couche d'InP du premier,
- gravure sélective en plots de façon que la couche à la surface de l'échantillon entre les plots soit la couche d' $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$,
- oxydation par hydrolyse de la couche d' $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ pendant une durée telle qu'à l'issue de cette oxydation ladite couche est oxydée sélectivement autour d'une zone centrale active du milieu amplificateur,
- métallisation de la face supérieure des plots.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit.

Cette description est purement illustrative et non limitative. Elle doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

5 - la figure 1 est une représentation schématique en coupe d'un composant conforme à un premier mode de réalisation possible de l'invention ;

10 - la figure 2 est une représentation schématique en coupe d'un composant conforme à un autre mode de réalisation possible de l'invention.

Le composant illustré sur la figure 1 est constitué par l'empilement sur un substrat 1 en GaAs dopé n des différentes couches successives suivantes:

15 - une pluralité de couches AlAs/GaAs définissant un miroir de Bragg 2,

- une couche 3 d'InP dopé n,

- une ou plusieurs couches qui constituent le milieu 4 amplificateur du rayonnement émis,

20 - une couche 5 d'InP dopé p,

- un dépôt métallique 6.

Les couches 3 à 6 définissent, avec la couche 2b 25 de GaAs du miroir 2 qui est directement juxtaposée à la couche 3, un plot cylindrique ("mesa" selon la terminologie couramment employée par l'Homme du Métier) porté par le substrat 1 et le reste du miroir 2.

Le milieu amplificateur 4 est non intentionnellement dopé. Il peut être par exemple constitué par une couche d'InGaAsP ou par une structure à puits quantiques (InGaAsP)₁/(InGaAsP)₂. Les autres matériaux actifs habituellement utilisés comme matériaux lasers dans la gamme de longueurs d'onde 1,3 - 1,55 μm peuvent bien entendu également être utilisés.

Les couches d'AlAs et GaAs du miroir 2 sont des couches quart d'onde d'épaisseurs individuelles $\lambda/4n$, où λ est la longueur d'onde d'émission laser et n l'indice de réfraction à cette longueur d'onde.

40 Ces couches sont de type n, avec un dopage variable de manière à minimiser les résistances électriques parasites, telles que celles qui se manifestent aux interfaces entre les matériaux de haut et bas indices, et à obtenir simultanément une faible perte optique par absorption sur les porteurs libres dus au dopage.

45 Par exemple le dopage est choisi plus important au voisinage de l'interface GaAs/AlAs pour faciliter le passage du courant à travers l'interface.

En variante également, il est possible d'adopter une 50 transition graduelle entre les couches de GaAs et d'AlAs en faisant varier progressivement la concentration d'aluminium.

Le nombre de paires de couches AlAs/GaAs doit être suffisant pour atteindre une réflectivité supérieure 55 à 99 % (typiquement 25 à 30 paires sont nécessaires).

Conformément à l'invention, l'une des couches d'AlAs du miroir 2 au voisinage du milieu amplificateur 4 est oxydée sélectivement (couche 2a voisine de la

BEST AVAILABLE COPY

couche 2b de GaAs précitée) : sa partie centrale 2a_{ij} au droit de la zone active du milieu amplificateur 4 est non oxydée et est entourée par un anneau 2a_{ij} oxydé.

Cette structure oxydée sélectivement permet un fort confinement latéral du courant d'injection, ainsi qu'un fort confinement optique du faisceau émis.

La couche métallisée 6 sert à la fois de contact électrique et de réflecteur.

Elle peut couvrir entièrement le mesa, auquel cas la sortie du laser se fait à travers le substrat 1.

Elle peut également présenter, ainsi qu'il illustré sur la figure 1, une géométrie annulaire, permettant à la lumière de sortir par le haut. Dans ce dernier cas le miroir supérieur 6 peut éventuellement être complété par un dépôt diélectrique multicouche classique qui améliore sa réflectivité.

La réalisation du composant de la figure 1 va maintenant être décrite.

Dans un premier temps, on réalise deux épitaxies, l'une sur un substrat d'InP, l'autre sur un substrat de GaAs.

Sur le substrat d'InP, on dépose successivement :

- une couche d'arrêt d'InGaAsP (non représentée),
- la couche 5 d'InP,
- le milieu amplificateur 4,
- la couche 3 d'InP,
- une couche terminale d'InGaAsP.

Sur le substrat 1 de GaAs de type n, on réalise par épitaxie l'empilement des couches AlAs/GaAs du miroir 2.

Après la réalisation des épitaxies, les deux échantillons obtenus sont assemblés par collage épitaxial de la façon suivante.

On enlève d'abord la couche terminale d'InGaAsP par attaque chimique sélective, par exemple par une solution à base d'acide sulfurique et d'eau oxygénée.

Puis, les surfaces des deux échantillons sont désoxydées, rincées, séchées, et placées dans un porte-échantillon en graphite qui les maintient l'un contre l'autre avec une pression uniforme.

L'ensemble est placé dans un four, qui est d'abord purgé à l'azote, puis maintenu dans une atmosphère d'hydrogène et soumis à une température de 630°C pendant 30 minutes.

Après retour à température ambiante, le porte-échantillon est retiré du four, et le collage épitaxial est terminé.

Après cette opération, on retire par deux attaques chimiques sélectives d'une part le substrat d'InP et d'autre part la couche d'arrêt d'InGaAsP.

Ensuite, l'échantillon est préparé en vue de la gravure des mesas par des techniques classiquement connues de l'Homme du Métier.

Par exemple, on dépose sur la couche 5 une couche diélectrique, puis d'une résine photosensible.

La résine est insolée à travers un masque définis-

sant la géométrie des mesas (par exemple des disques de 50 µm de diamètre), chacun des mesas correspondant à un laser individuel.

Après révélation de la résine, une première gravure ionique réactive transfère le motif de résine sur la couche diélectrique, qui sert alors de masque pour la gravure des couches épitaxiées sur InP.

Cette deuxième gravure est effectuée dans des conditions permettant de s'arrêter sur la première couche de GaAs dopé n (couche 2b). Une dernière gravure sélective est effectuée pour retirer cette couche de GaAs, par exemple en trempant l'échantillon dans une solution d'acide succinique de pH 4,3 maintenu à une température de 50°C. Le matériau restant à la surface de l'échantillon entre les mesas est celui de la couche 2a en AlAs.

L'échantillon est ensuite soumis à une étape d'oxydation par hydrolyse, du type de celle décrite dans les références [5] et [6] précitées.

La couche 2a d'AlAs en surface est oxydée en plaçant l'échantillon pendant environ 3 minutes dans un four maintenu à 475°C. L'atmosphère du four est constituée d'un flux d'azote ayant barboté dans de l'eau déionisée chauffée à 95°C. L'oxydation 2a_{ij} de la couche d'AlAs progresse latéralement de façon annulaire par diffusion sous les mesas.

La couche oxydée est en quelque sorte "enterrée" sous le mesa. L'anneau oxydé 2a_{ij} ainsi constitué définit le passage du courant d'injection du laser à travers la partie centrale 2a_{ij} en AlAs de type n non oxydée. La taille de la partie centrale 2a_{ij} est ajustée en faisant varier le temps de passage dans la four. On notera par ailleurs que l'anneau oxydé 2a_{ij} maintient également une bonne isolation électrique entre les lasers individuels.

La couche 6 de contact électrique est ensuite déposée par métallisation au sommet du mesa, sur la couche 5 d'InP de type p.

Dans l'exemple correspondant au mode de réalisation illustré sur la figure 1, une ouverture d'un diamètre de 15 µm est aménagée dans la couche métallique au centre de chaque mesa de façon à permettre la sortie du rayonnement laser.

La cavité verticale est finalement complétée par le dépôt d'un empilement multicouche constituant le miroir supérieur, par exemple un empilement d'alternances SiO₂/TiO₂ déposées à froid au moyen d'une évaporation assistée par bombardement ionique.

Un autre mode de réalisation possible pour l'invention a été illustré sur la figure 2.

Ce composant est constitué par l'empilement sur un substrat 10 d'InP dopé n des différentes couches successives suivantes:

- une pluralité de couches de type n épitaxiées sur le substrat 10 et définissant un miroir de Bragg 11,
- une couche 12 d'InP dopé n,
- une ou plusieurs couches définissant le milieu am-

- plificateur 13 du composant,
- une couche 14 d'InP dopé p,
- une couche 15 de GaAs dopé p,
- une couche 16 d'AlAs oxydé sélectivement,
- une couche 17 de GaAs dopé p,
- ainsi qu'une couche supérieure 18 de métallisation éventuellement complétée par un dépôt diélectrique multicouche.

Pour la réalisation de ce composant, on réalise 10 dans un premier temps deux épitaxies, l'une sur le substrat 10, l'autre sur un substrat de GaAs.

Sur le substrat 10 d'InP de type n, on fait croître 15 successivement les différentes couches définissant le réflecteur de Bragg 11, la couche 12 d'InP de type n, le milieu amplificateur 13, la couche 14 d'InP de type p, ainsi qu'une couche terminale d'InGaAsP (non représentée).

Sur le substrat de GaAs, on fait croître successivement 20 4 couches de type p, à savoir une couche d'arrêt d'AlAs ou d'AlGaAs, la couche 17 de GaAs, la couche 16 d'AlAs qui sera oxydée sélectivement, ainsi qu'une couche terminale correspondant à la couche 15 de GaAs.

Le collage épitaxial des deux échantillons ainsi obtenus est réalisé comme décrit en référence à l'exemple 25 de la figure 1.

On retire ensuite le substrat de GaAs et la couche d'arrêt par attaques chimiques sélectives.

On réalise les opérations nécessaires à la gravure 30 des mesas sur la couche de GaAs. Cette gravure est beaucoup moins profonde que dans le premier exemple, et peut être réalisée simplement en trempant l'échantillon dans une solution d'acide succinique de pH 4,3 maintenu à une température de 50°C.

Le matériau restant à la surface de l'échantillon entre les mesas est alors de l'AlAs.

Ensuite l'opération d'oxydation par hydrolyse est réalisée comme décrit plus haut, puis on métallise en maintenant une ouverture centrale, et on réalise le dépôt 35 du miroir diélectrique supérieur.

Revendications

1. Composant d'émission laser à cavité verticale émettant par la surface à une longueur d'onde comprise entre 1,3 et 1,55 µm, comportant un empilement présentant deux miroirs (2, 6 ; 11, 18) qui réfléchissent à la longueur d'onde d'émission et une ou plusieurs couches (4, 13) qui sont interposée(s) entre ces deux miroirs (2, 6 ; 11, 18) et qui constituent un milieu amplificateur du rayonnement émis, caractérisé en ce qu'au moins un (2 ; 16, 17, 18) de ces miroirs présente au voisinage du milieu amplificateur (4, 13) une couche (2a, 16) d'Al_xGa_{1-x}As, avec x compris entre 0,8 et 1, oxydée sélectivement (2a_i) et 2a_{ii}) autour d'une zone centrale active du

milieu amplificateur (4, 13).

2. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche (2a, 16) oxydée sélectivement est une couche d'AlAs.
- 5 3. Composant selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend l'empilement sur un substrat (1) en GaAs dopé n des différentes couches successives suivantes:
 - une pluralité de couches AlAs/GaAs définissant un miroir de Bragg (2),
 - une couche (3) d'InP dopé n,
 - une ou plusieurs couches qui constituent le milieu amplificateur (4) du rayonnement émis,
 - une couche (5) d'InP dopé p,
 - un dépôt métallique (6),
- 10 la couche oxydée étant la couche (2a) d'AlAs du miroir de Bragg (2) la plus proche du milieu amplificateur (4), les couches (2b, 3 à 5) entre cette couche oxydée (2a) et le dépôt métallique (6) étant gravées en plots.
- 15 4. Composant selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend l'empilement sur un substrat (10) d'InP dopé n des différentes couches successives suivantes:
 - une pluralité de couches de type n définissant un miroir de Bragg (11),
 - une couche (12) d'InP dopé n,
 - une ou plusieurs couches qui constituent le milieu amplificateur (13) du rayonnement émis,
 - une couche (14) d'InP dopé p,
 - une couche (15) de GaAs dopé p,
 - une couche (16) d'AlAs oxydée sélectivement,
 - une couche (17) de GaAs dopé p gravée en plots,
 - un dépôt métallique (18).
- 20 5. Composant selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que le dépôt métallique présente un trou pour le passage de la lumière émise et est complété par un dépôt diélectrique multicouche.
- 25 6. Procédé pour la réalisation d'un composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par les différentes étapes suivantes :
 - épitaxies d'une part sur un substrat d'InP d'un empilement comportant les couches successives suivantes :
 - . une couche (3, 12) d'InP dopé n,
 - . une ou plusieurs couches qui constituent le milieu amplificateur (4, 13) du rayonne-
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

BEST AVAILABLE COPY

ment émis,

- une couche (5, 14) d'InP dopé p,
- une couche terminale d'InGaAsP,

et d'autre part sur un substrat de GaAs d'un empilement comportant au moins une couche (2a, 16) d'Al_xGa_{1-x}As, avec x compris entre 0,8 et 1 et une couche terminale de GaAs,

5

- assemblage des deux échantillons ainsi obtenus par un traitement thermique réalisant le collage épitaxial de la couche de GaAs du deuxième échantillon sur une couche d'InP du premier,
- gravure sélective en plots de façon que la couche à la surface de l'échantillon entre les plots soit la couche (2a, 16) d'Al_xGa_{1-x}As,
- oxydation par hydrolyse de la couche (2a, 16) d'Al_xGa_{1-x}As pendant une durée telle qu'à l'issue de cette oxydation ladite couche est oxydée sélectivement autour d'une zone centrale active du milieu amplificateur (4, 13),
- métallisation de la face supérieure des plots.

10

7. Procédé selon la revendication 6 pour la réalisation du composant selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on dépose successivement d'une part par épitaxie sur le substrat d'InP :

25

- une couche d'arrêt d'InGaAsP,
- la couche (5) d'InP dopé p,
- la ou les couches qui constituent le milieu amplificateur (4) du rayonnement émis,
- la couche (3) d'InP dopé n,
- une couche terminale d'InGaAsP.

30

et d'autre part par épitaxie sur le substrat de GaAs de type n l'empilement des couches AlAs/GaAs du miroir de Bragg (2),

en ce qu'on enlève la couche terminale d'InGaAsP par attaque chimique sélective avant le traitement thermique de collage épitaxial,

en ce qu'après le traitement thermique de collage épitaxial, on retire par deux attaques chimiques sélectives d'une part le substrat d'InP et d'autre part la couche d'arrêt d'InGaAsP,

en ce qu'on réalise la gravure des différentes couches (2b, 3 à 5) comprises entre la couche (5) d'InP dopé p et la première couche (2b) de GaAs du miroir de Bragg, la couche (2a) à la surface de l'échantillon entre les plots étant la première couche d'AlAs du miroir de Bragg (2),

ladite couche (2a) d'AlAs étant ensuite oxydée sélectivement.

40

45

50

55

8. Procédé selon la revendication 6 pour la réalisation du composant selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on dépose successivement d'une part par

épitaxie sur le substrat d'InP

- les différentes couches définissant le réflecteur de Bragg (11),
- la couche (12) d'InP de type n,
- la ou les couches qui constituent le milieu amplificateur (13) du rayonnement émis,
- la couche (14) d'InP de type p,
- ainsi qu'une couche terminale d'InGaAsP,

et d'autre part sur le substrat de GaAs, une couche d'arrêt d'AlAs ou d'AlGaAs, une couche (17) de GaAs, la couche (16) d'AlAs qui sera oxydée sélectivement, ainsi qu'une couche (15) terminale de GaAs,

en ce qu'on enlève la couche terminale d'InGaAsP par attaque chimique sélective avant le traitement thermique de collage épitaxial,

en ce qu'après le traitement thermique de collage épitaxial, on retire le substrat de GaAs et la couche d'arrêt par attaques chimiques sélectives,

en ce qu'on grave la couche (17) de GaAs de surface, la couche restant à la surface de l'échantillon entre les plots étant la couche (16) d'AlAs qui est ensuite oxydée sélectivement.

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 1

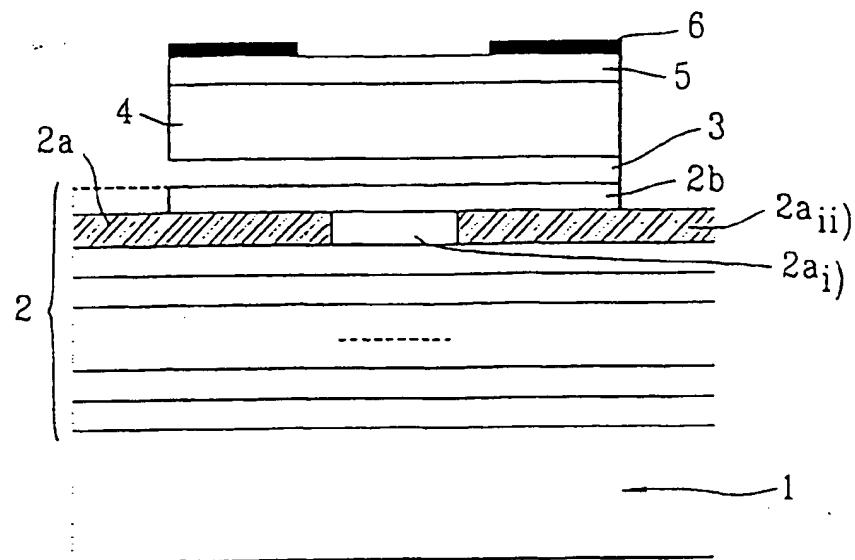
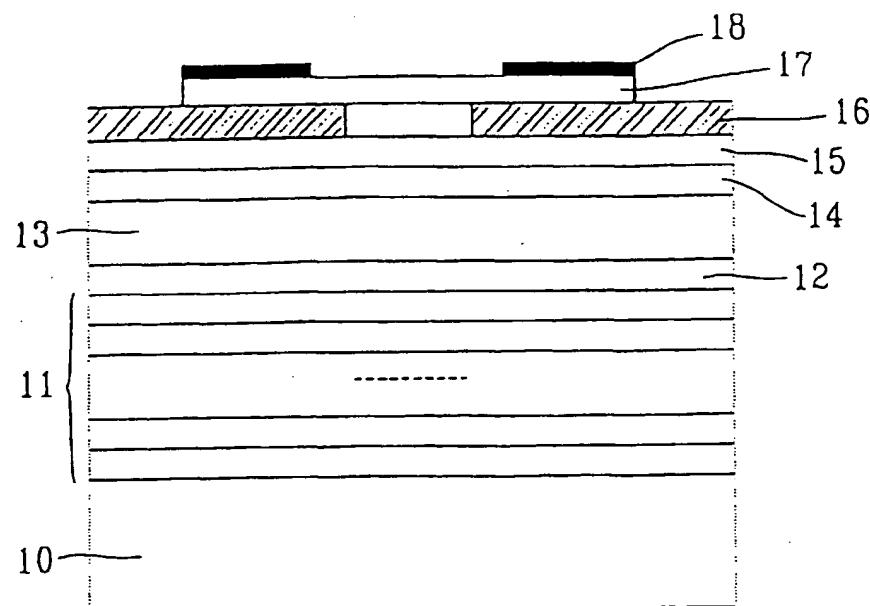


FIG. 2



BEST AVAILABLE COPY



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 96 40 1992

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.)
D,A	<p>APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 65, no. 1, 4 Juillet 1994, WOODBURY, US, pages 97-99, XP000458753 D.L.HUFFAKER ET AL.: "Native-oxide defined ring contact for low threshold vertical-cavity lasers" * page 97, colonne de gauche, ligne 1 - colonne de droite, ligne 20; figure 1 *</p> <p>---</p>	1-4,6-8	H01S3/085 H01S3/19
A	<p>ELECTRONICS LETTERS, vol. 31, no. 11, 25 Mai 1995, STEVENAGE, GB, pages 886-888, XP000519105 G.M.YANG ET AL.: "Ultralow threshold current vertical-cavity surface-emitting lasers obtained with selective oxidation" * page 887, colonne de gauche; figure 1 *</p> <p>---</p>	1-8	
D,A	<p>APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 64, no. 12, 21 Mars 1994, WOODBURY, US, pages 1463-1465, XP000434323 DUDLEY J J ET AL: "Low threshold wafer fused long wavelength vertical cavity lasers" * page 1463 - page 1464, alinéa 1; figure 1 *</p> <p>---</p>	1,3-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	<p>ELECTRONICS LETTERS, vol. 30, no. 9, 28 Avril 1994, STEVENAGE, GB, pages 704-706, XP000444106 D.I.BABIC ET AL.: "Optically pumped all-epitaxial wafer-fused 1.52μm vertical-cavity lasers" * page 704 - page 705, colonne de gauche, ligne 14; figure 1 *</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>-/-</p>	1,6-8	H01S
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	16 Décembre 1996	Stang, I	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>-----</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>	
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul. Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrêté-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>			



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 96 40 1992

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	<p>JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, vol. 4, no. 7, Juillet 1986, NEW YORK, US, pages 846-850, XP002004408 S.UCHIYAMA ET AL.: "GaInAsP/InP surface-emitting lasers with current confining structure" * paragraphe 11 * * figures 1,2,5 *</p> <p>-----</p>	1	
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)			
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	16 Décembre 1996	Stang, I	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1000-02 (04/92)

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)